

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>6</sup> :

B06B 1/06, G01K 7/16

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/32236

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum:

1. Juli 1999 (01.07.99)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/DE98/03300

(22) Internationales Anmeldedatum: 3. November 1998 (03.11.98)

(30) Prioritätsdaten:

197 56 534.4 18. Dezember 1997 (18.12.97) DE  
198 20 208.3 6. Mai 1998 (06.05.98) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): FRAUN-  
HOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER  
ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leon-  
rodstrasse 54, D-80636 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAHN, Thomas [DE/DE];  
Rhodter Strasse 8, D-66386 St Ingbert (DE). WELSCH,  
Hans-Joachim [DE/DE]; Kohl-Weigandstrasse 25,  
D-66386 St Ingbert (DE). STALT, Martin [DE/DE];  
Knappenstrasse 7, D-66386 St Ingbert (DE).

(74) Anwalt: HENKEL, FEILER & HÄNZEL; Möhlstrasse 37,  
D-81675 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE,  
CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen  
eintreffen.

(54) Title: PIEZOELECTRIC TRANSDUCER WITH A TEMPERATURE-SENSITIVE COMPONENT

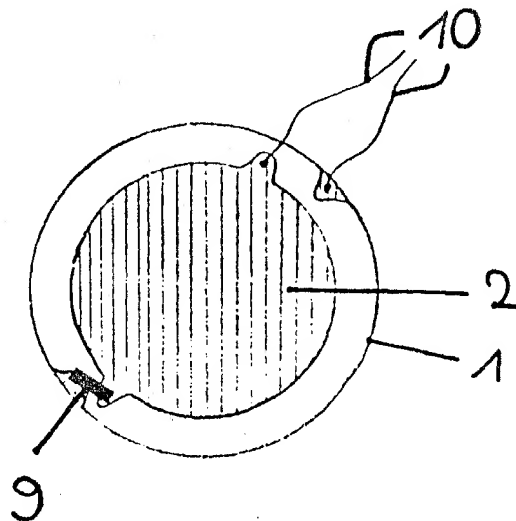
(54) Bezeichnung: PIEZOELEKTRISCHER SCHWINGER MIT TEMPERATURABHÄNGIGEM BAUELEMENT

(57) Abstract

The invention relates to a piezoelectric transducer of the type used for ultrasound propagation, for example in acoustic flow rate measuring devices or level detecting devices. The inventive piezoelectric transducer preferably consists of a piezoelectric ceramic (1) which has a first electrode (2) on a first surface and a second electrode (6) on a second surface opposite the first. An electrode-free edge area (3) on which a temperature-sensitive component (9) is mounted is provided on the first surface of the piezoelectric ceramic. Said component is conductively connected to at least one of the electrodes (2, 6). The inventive piezoelectric transducer enables temperature to be measured directly at the acoustic measuring point without any additional cabling.

(57) Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Schwinger, wie er zur Ultraschallausbreitung beispielsweise in akustischen Durchflussmessgeräten oder Füllstanddetektoren verwendet wird. Der piezoelektrische Schwinger besteht vorzugsweise aus einer Piezokeramik (1), die auf einer ersten Oberfläche eine erste Elektrode (2) und auf einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden zweiten Oberfläche eine zweite Elektrode (6) aufweist. Auf der ersten Oberfläche der Piezokeramik ist eine elektrodenfreie Randfläche (3) vorhanden, auf der ein Bauelement (9) mit temperaturabhängigem Verhalten angebracht ist. Dieses Bauelement ist mit zumindest einer der Elektroden (2, 6) leitend verbunden. Mit dem erfindungsgemässen piezoelektrischen Schwinger ist die Messung der Temperatur direkt an der akustischen Messstelle ohne zusätzliche Verkabelung möglich.



# *LEDIGLICH ZUR INFORMATION*

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

|    |                              |    |                                      |    |  |    |                                   |
|----|------------------------------|----|--------------------------------------|----|--|----|-----------------------------------|
| AL | Albanien                     | ES | Spanien                              | LS | Lesotho  | SI | Slowenien                         |
| AM | Armenien                     | FI | Finnland                             | LT | Litauen  | SK | Slowakei                          |
| AT | Österreich                   | FR | Frankreich                           | LU | Luxemburg  | SN | Senegal                           |
| AU | Australien                   | GA | Gabun                                | LV | Lettland   | SZ | Swasiland                         |
| AZ | Aserbaidschan                | GB | Vereinigtes Königreich               | MC | Monaco   | TD | Tschad                            |
| BA | Bosnien-Herzegowina          | GE | Georgien                             | MD | Republik Moldau                                    | TG | Togo                              |
| BB | Barbados                     | GH | Ghana                                | MG | Madagaskar   | TJ | Tadschikistan                     |
| BE | Belgien                      | GN | Guinea                               | MK | Die ehemalige jugoslawische<br>Republik Mazedonien | TM | Turkmenistan                      |
| BF | Burkina Faso                 | GR | Griechenland                         | ML | Mali   | TR | Türkei                            |
| BG | Bulgarien                    | HU | Ungarn                               | MN | Mongolei   | TT | Trinidad und Tobago               |
| BJ | Benin                        | IE | Irland                               | MR | Mauretanien  | UA | Ukraine                           |
| BR | Brasilien                    | IL | Israel                               | MW | Malawi   | UG | Uganda                            |
| BY | Belarus                      | IS | Island                               | MX | Mexiko   | US | Vereinigte Staaten von<br>Amerika |
| CA | Kanada                       | IT | Italien                              | NE | Niger  | UZ | Usbekistan                        |
| CF | Zentralafrikanische Republik | JP | Japan                                | NL | Niederlande  | VN | Vietnam                           |
| CG | Kongo                        | KE | Kenia                                | NO | Norwegen   | YU | Jugoslawien                       |
| CH | Schweiz                      | KG | Kirgisistan                          | NZ | Neuseeland   | ZW | Zimbabwe                          |
| CI | Côte d'Ivoire                | KP | Demokratische Volksrepublik<br>Korea | PL | Polen  |    |                                   |
| CM | Kamerun                      | KR | Republik Korea                       | PT | Portugal   |    |                                   |
| CN | China                        | KZ | Kasachstan                           | RO | Rumänien   |    |                                   |
| CU | Kuba                         | LC | St. Lucia                            | RU | Russische Föderation                               |    |                                   |
| CZ | Tschechische Republik        | LI | Liechtenstein                        | SD | Sudan  |    |                                   |
| DE | Deutschland                  | LK | Sri Lanka                            | SE | Schweden   |    |                                   |
| DK | Dänemark                     | LR | Liberia                              | SG | Singapur   |    |                                   |
| EE | Estland                      |    |                                      |    |  |    |                                   |

Patentansprüche:

5

1. Piezoelektrischer Schwinger mit einem Substrat (1) aus piezoelektrischem Material, das auf einer ersten Oberfläche eine erste Elektrode (2) und auf einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden zweiten Oberfläche eine zweite Elektrode (6) aufweist, wobei auf der ersten Oberfläche eine elektrodendienfreie Randfläche (3) vorhanden ist, auf der ein Bauelement (9) mit temperaturabhängigem Verhalten angebracht ist, das über einen Anschluß mit zumindest einer der Elektroden (2, 6) leitend verbunden ist.
2. Piezoelektrischer Schwinger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (1) aus piezoelektrischem Material eine Piezokeramik ist.
3. Piezoelektrischer Schwinger nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Elektrode (2) eine Form mit einem Ausläufer (5) hat, der auf der ersten Oberfläche ein Verbindungspad bildet, über das der Anschluß des Bauelements (9) mit der ersten Elektrode (2) leitend verbunden ist.
4. Piezoelektrischer Schwinger nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Elektrode (6) eine Form mit einem Ausläufer (8) hat, der um den Rand des Substrates (1) herumgeführt ist und auf der ersten Oberfläche ein Verbindungspad bildet, über das der oder ein weiterer Anschluß des Bauelements (9) mit der zweiten Elektrode (6) leitend verbunden ist.

das Minimum der Impedanz bei dieser Frequenz) aufweist, der Einsatz eines NTC mit einem Widerstand von mindestens 10 bis 20 k $\Omega$  in Betracht.

- 5 Bei Verwirklichung einer Serienschaltung wie in Fig. 4b gezeigt, sollte ein niederohmiger PTC in Serienschaltung mit einer hochohmigen Piezokeramik eingesetzt werden.

10 Durch die dargestellte Parallelschaltung bzw. Serienschaltung ist es möglich, die Temperaturinformation mit ihrem niederfrequenten Signalverhalten über die gleiche zweipolige Zuleitung (10) zu übertragen, die auch für die hochfrequente Ultraschallinformation verwendet wird. Das Vorsehen weiterer Zuleitungen ist daher nicht notwendig.

15 Gerade durch diese vereinfachte Anordnung kann der Aufbau beim Einsatz des Schwingers deutlich vereinfacht werden.

Die erfindungsgemäße Anordnung der Elektroden in Verbindung mit dem Vorsehen einer Piezokeramik, deren Durchmesser größer als die notwendige abstrahlende Fläche ist, bietet die Möglichkeit einer sehr einfachen Verbindungstechnik des Bauelementes mit den Elektroden über integrierte Verbindungspads.

20

25 Es versteht sich von selbst, daß die Form und die genauen Abmessungen der Piezokeramik und der Elektroden von den jeweiligen Anwendungsfällen abhängen und durch die Lehre der vorliegenden Erfindung in keinster Weise eingeschränkt sind. Ebenso können statt temperaturabhängiger Widerstände andere integrierbare Bauelemente zur Erfassung der Temperatur eingesetzt werden.

30

rungsleitungen können beispielsweise an die Verbindungs-  
pads (4, 7) angelötet werden.

5 Bei der erfindungsgemäßen Ausführung des piezokeramischen  
Schwingers wird die piezoelektrische Keramik in vorteil-  
hafter Weise gleichzeitig als Platine eingesetzt. Durch  
die Verbindungspads, die durch die Elektroden selbst ge-  
bildet werden, läßt sich eine sehr einfache Verbindungs-  
10 technik mit einem geringen Aufwand an Verkabelung reali-  
sieren.

Ein derartiger Schwinger kann beispielsweise zur externen  
Messung des Füllstands von Gasflaschen eingesetzt werden.

15 Der temperaturabhängige Widerstand kann beispielsweise  
ein PTC oder ein NTC sein. Auch eine andere Art von Tem-  
peratursensor, der vorzugsweise in SMD-Bauweise ausge-  
führt sein sollte, ist möglich.

20 In Fig. 3 ist ein in ein Gehäuse (11) mit einer Ankoppel-  
schicht (12) eingebauter erfindungsgemäßer Schwinger mit  
integriertem temperaturabhängigem Widerstand (beispiels-  
weise SMD-NTC (9)) in Seitenansicht dargestellt. Ebenso  
sind die Verbindungskabel (10) zu erkennen.

25 Fig. 4 zeigt die beiden Schaltungsvarianten bei Integra-  
tion des Bauelements. Bei Verwirklichung der Parallel-  
schaltung wie in Fig. 4a gezeigt (und in Fig. 2 reali-  
siert) ist darauf zu achten, daß der elektrische Wider-  
30 stand des Bauelementes (hier temperaturabhängiger Wider-  
stand) das hochfrequente Ultraschallnutzsignal zur An-  
steuerung der Elektroden nur geringfügig bedämpft. Hier-  
bei sollte beispielsweise ein hochohmiger NTC in Verbin-  
dung mit einer niederohmigen Keramik eingesetzt werden.  
35 Beispielsweise kommt bei Verwirklichung eines 1,5 MHz-  
Schwingers, der eine Impedanz von ca. 50  $\Omega$  (vorzugsweise

die gesamte vorderseitige Oberfläche der Piezokeramik erstreckt. Diese Frontelektrode weist in diesem Beispiel ebenfalls zwei Ausläufer (7, 8) auf, die um den Rand der scheibenförmigen Piezokeramik herumgeführt werden, um auf der Rückseite zwei Verbindungspads (7, 8) im elektrodeneigenen Randbereich (3) zu bilden. Diese beiden Verbindungspads sind, wie bei der rückseitigen Elektrode (2), zur Kontaktierung der Frontelektrode mit einer Zuführungsleitung (Ausläufer 7) und mit dem Bauelement (Ausläufer 8) vorgesehen.

Eine Schnittansicht durch die Linie A-A' in Teilbild (a) zeigt Teilbild (c). Dort sind die piezoelektrische Keramik (1), die rückwärtige Elektrode (2) und die Frontelektrode (6) mit dem um den Rand der Piezokeramik herumgeführten Ausläufer (8) zur Bildung eines Verbindungspads auf der gegenüberliegenden Oberfläche zu erkennen. In der Abbildung (c) der Fig. 1 sind der Übersichtlichkeit halber die Elektroden in einem Abstand zur Piezokeramik eingezeichnet. Tatsächlich stehen sie jedoch in Kontakt mit der Piezokeramik.

Als Materialien für das piezokeramische Material kommen übliche Materialien wie Bleizirkontitanat (PZT) in Frage. Als Elektrodenmaterialien werden vorzugsweise Silber, Gold oder Nickel eingesetzt. Typische Abmessungen der Piezokeramik sind eine Dicke von 1 bis 4 mm bei einem Durchmesser von ca. 10 - 30 mm.

Fig. 2 zeigt die Ausführungsform der Fig. 1 mit integriertem temperaturabhängigen Widerstand (9) und angebrachten Zuführungsleitungen (10) zu den Elektroden. Die Verschaltung des temperaturabhängigen Widerstandes mit dem durch die beiden Elektroden gebildeten Kondensator entspricht im vorliegenden Beispiel einer Parallelschaltung wie in Fig. 4(a) schematisch dargestellt. Die Zuführ-

Fig. 4                    ein Prinzipschaltbild der Verschaltung  
des Bauelementes mit dem durch die beiden  
Elektroden gebildeten Kondensator, als  
Parallelschaltung (a) oder Serienschaltung (b).

Fig. 1 zeigt ein Beispiel eines erfindungsgemäßen piezokeramischen Schwingers in Seiten-, Rück- und Vorderansicht, bevor dieser mit einem temperaturabhängigen Bauelement versehen wird. Bei der gezeigten Ausführungsform wird eine kreisrunde, scheibenförmige Piezokeramik als Substrat (1) eingesetzt. Auf der Rückseite der Keramik (siehe Fig.1(a)) ist eine ebenfalls (bis auf die Ausläufer (4,5)) kreisrunde Elektrode (2) aufgebracht, deren Durchmesser kleiner als der Durchmesser der piezoelektrischen Keramik ist.

Da die abstrahlende Fläche des Schwingers durch die Größe der Elektrode bestimmt ist, wird im vorliegenden Fall demnach eine Piezokeramik eingesetzt, deren Durchmesser größer ist als die für die vorgesehene Anwendung notwendige abstrahlende Fläche (Apertur) des Schwingers.

Aufgrund der unterschiedlichen Durchmesser der Piezokeramik und der rückwärtigen Elektrode steht auf der rückseitigen Oberfläche der Keramik eine elektrodenfreie Randfläche (3) zur Verfügung. Die rückwärtige Elektrode weist weiterhin zwei Ausläufer (4, 5) auf, die sich in die elektrodenfreie Randfläche hinein erstrecken. Diese Ausläufer bilden Verbindungspads für die spätere Kontaktierung der Elektrode mit einer Zuführungsleitung (Ausläufer 4) und mit dem Bauelement mit temperaturabhängigem Verhalten (Ausläufer 5).

In der Frontansicht (b) der Fig. 1 ist zu erkennen, daß sich im vorliegenden Beispiel die Frontelektrode (6) über

zierte Temperaturerfassung gewährleistet. Durch Parallelschaltung oder Serienschaltung des Bauelementes zu dem durch die beiden Elektroden gebildeten Kondensator kann die Temperaturmessung direkt über die zweipolige Zuleitung für die Elektroden erfolgen. Eine zusätzliche Zuleitung für den Temperatursensor bzw. das temperaturabhängige Bauelement ist daher nicht erforderlich, so daß eine aufwendige Verkabelung vermieden wird.

10 Durch das Vorsehen von Verbindungspads, die durch die erste und/oder zweite Elektrode auf einer Oberfläche des piezoelektrischen Substrates gebildet werden, kann die Integration des temperaturabhängigen Bauelementes über eine einfache Verbindungstechnik realisiert werden  
15 (Ansprüche 3 und 4). Es ist keine zusätzliche Verdrahtung zwischen der oder den Elektroden und dem Bauelement erforderlich. Der erfindungsgemäße piezoelektrische Schwinger kann daher mit geringem Aufwand hergestellt werden.

20 Die vorliegende Erfindung soll im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Hierbei zeigen

25 Fig. 1 ein Beispiel für einen erfindungsgemäßen piezokeramischen Schwinger vor dem Anbringen des Bauelementes in Rückansicht (a), Vorderansicht (b) und Seitenansicht (c);

30 Fig. 2 die Rückansicht des Schwingers aus Fig. 1 mit integriertem Bauelement (hier: temperaturabhängiger Widerstand);

35 Fig. 3 den Schwinger aus Fig. 2 in einem Gehäuse; und



- 2 -

fache Weise eine Erfassung der Temperatur direkt an der akustischen Meßstelle ermöglicht.

Die Aufgabe wird mit den Merkmalen des piezoelektrischen Schwingers nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Erfindungsgemäß besteht der piezoelektrische Schwinger aus einem piezoelektrischen Substrat, vorzugsweise einer Piezokeramik, das auf einer ersten Oberfläche eine erste Elektrode und auf einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden zweiten Oberfläche eine zweite Elektrode aufweist. Die erste Elektrode bedeckt die erste Oberfläche des Schwingers nicht vollständig, so daß eine elektrodeneinfreie Randfläche vorhanden ist. Dies kann bei einem scheibenförmigen Substrat dadurch realisiert werden, daß der Durchmesser der vorzugsweise kreisförmigen Elektrode kleiner als der Durchmesser der kreisförmigen Substratoberfläche gewählt wird. Dadurch ist der Durchmesser des verwendeten piezoelektrischen Substrates größer als die notwendige abstrahlende Fläche (Apertur) des piezoelektrischen Schwingers. Diese Apertur wird näherungsweise durch den Überlapp der beiden gegenüberliegenden Elektroden bestimmt.

Auf der elektrodeneinfreien Randfläche ist ein Bauelement mit temperaturabhängigem Verhalten angebracht bzw. integriert. Ein Anschluß dieses Bauelementes ist mit zumindest einer der beiden Elektroden leitend verbunden.

Durch diese Bauweise des piezoelektrischen Schwingers kann über das temperaturabhängige Bauelement die Temperatur direkt an der akustischen Meßstelle erfaßt werden. Aufgrund der Integration des Bauelementes auf die Oberfläche des piezoelektrischen Substrates wird eine unkomplizierte

## PIEZOELEKTRISCHER SCHWINGER MIT TEMPERATURABHÄNGIGEM BAUELEMENT

Die vorliegende Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Schwinger, wie er als Ultraschallwandler zum Einsatz kommen kann.

10

Die Effekte der Ultraschallausbreitung, insbesondere die Schallgeschwindigkeit und die Schalldämpfung sind temperaturabhängig. Weiterhin ist bei den sehr häufig in Ultraschallwandlern als Materialien zur elektromechanischen Energiekonversion eingesetzten Piezokeramiken eine deutliche Temperaturabhängigkeit der piezoelektrischen Konstanten vorhanden. Dadurch ergibt sich bei piezokeramischen Ultraschallwandlern oder Schwingern ein temperaturabhängiges akustisches Übertragungsverhalten.

20

Bei akustischen Durchflußmeßgeräten und Füllstandsdetektoren, die unter Verwendung von Ultraschallwandlern arbeiten, ist daher in der Regel vor oder während des Betriebes eine Temperaturmessung erforderlich.

25

Im Stand der Technik wird die Temperatur hierbei in vielen Fällen durch einen externen Temperatursensor realisiert. Allerdings muß in einem solchen Fall der externe Temperatursensor zur Erfassung der Temperatur direkt an der akustischen Meßstelle neben dem Ultraschallwandler an die Meßstelle geführt werden. Dies erfordert eine zusätzliche Verkabelung und verkompliziert die gesamte Anordnung.

30

35

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen piezoelektrischen Schwinger bereitzustellen, der auf ein-

International Preliminary Examining Report of 02/11/99

---

1. This internal preliminary examining report is issued by the Office assigned therewith and is forwarded to the applicant in accordance with Article 36.
2. This report comprises all told 4 pages including the cover page.

Moreover. The report is accompanied by ENCLOSURES; these are pages with specification, claims and/or drawings which were altered and are the basis of this report, and/or pages with amendments made before this authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Guidelines for PCT)

These enclosures comprise all told      pages.

- 
3. This report contains statements and the respective pages to the following points:

- |     |   |   |
|-----|---|---|
| I   | X | Basis of the report   |
| V   | X | Reasoned opinion according to Rule 66.2a)ii) regarding novelty, inventive step and commercial applicability: documents and explanation in support thereof |
| VII | X | Specific shortcomings of the international application  |

**I. Basis of the Report**

1. This report was drawn up on the basis (replacement pages filed upon request by the Office according to Article 14 shall be considered within the scope of this report as "originally filed".)

**Specification, Pages:**

1-7                      original version

**Claims, Nos.:**

1-9                      original version

**Drawings, pages:**

1/3-3/3 original version

**V. Reasoned opinion according to Rule 35(2) regarding novelty, inventive step and commercial applicability: documents and explanation in support thereof****1. Opinion**

|                               |                 |
|-------------------------------|-----------------|
| Novelty (N)                   | Yes: Claims 1-9 |
| Inventive step (IS)           | Yes: Claims 1-9 |
| Commercial applicability (CA) | Yes: Claims 1-9 |

**2. Documents and Explanations  
see the accompanying page****VII. Specific shortcomings of the international application**

It was determined that the international application shows the following shortcomings as to form and content:

**see the accompanying page**

**INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT  
ACCOMPANYING PAGE**

**To Point V**

**Reasoned opinion to according Rule 35(2) regarding novelty, inventive step and commercial applicability: documents and explanation in support thereof**

**Claim 1:** None of the available documents discloses a piezoelectric transmitter according to **claim 1**. The claimed arrangement is new and has inventive step, because none of the cited documents deals with the direct determination of temperature at the acoustic measuring point. None of the cited documents, therefore, offers any indication of solving this problem. Although JP-A-08 035 954 provides a transmitter with a similar structure, the known arrangement serves a different purpose, i.e. to optimize the performance of the transmitter. This known technology cannot therefore be transferred in an obvious manner to solve the set object.

The subject-matter of claim 1 therefore meets the requirements of Art. 33(2), (3) PCT.

**Claims 2-10:** These claims relate to advantageous preferred embodiments of claim 1 and therefore also meet the requirements of Art. 33(2), (3) PCT.

**To Point VII**

**Specific shortcomings of the international application**

The applicant should, if possible, state the source of the state of the art described on page 1 of the specification (Rule 5.1(a)(ii)PCT).

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**

IPK 6 B06B1/06 G01K7/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RESEARCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 B06B G01K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

| Kategorie° | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A          | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 096, no. 006, 28. Juni 1996<br>& JP 08 035954 A (HITACHI CONSTR MACH CO LTD), 6. Februar 1996<br>siehe Zusammenfassung<br>---- | 1                  |
| A          | US 5 060 506 A (DOUGLAS DAVID W)<br>29. Oktober 1991<br>siehe Spalte 5, Zeile 49 - Zeile 53<br>siehe Spalte 6, Zeile 4 - Zeile 17;<br>Abbildung 2<br>-----       | 1                  |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. April 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/04/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Anderson, A

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/03300

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 5060506      A                         | 29-10-1991          | NONE                       |                     |

Patentansprüche:

5

1. Piezoelektrischer Schwinger mit einem Substrat (1)  
aus piezoelektrischem Material, das auf einer ersten  
Oberfläche eine erste Elektrode (2) und auf einer der  
ersten Oberfläche gegenüberliegenden zweiten Oberflä-  
10 che eine zweite Elektrode (6) aufweist, wobei auf der  
ersten Oberfläche eine elektrodendienfreie Randfläche (3)  
vorhanden ist, auf der ein Bauelement (9) mit tempe-  
raturabhängigem Verhalten angebracht ist, das über  
einen Anschluß mit zumindest einer der Elektroden (2,  
15 6) leitend verbunden ist.
2. Piezoelektrischer Schwinger nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, daß das Substrat (1) aus piezoelek-  
trischem Material eine Piezokeramik ist.
- 20 3. Piezoelektrischer Schwinger nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß die erste Elektrode (2)  
eine Form mit einem Ausläufer (5) hat, der auf der  
ersten Oberfläche ein Verbindungspad bildet, über das  
25 der Anschluß des Bauelements (9) mit der ersten Elek-  
trode (2) leitend verbunden ist.
4. Piezoelektrischer Schwinger nach einem der Ansprüche  
1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Elek-  
30 trode (6) eine Form mit einem Ausläufer (8) hat, der  
um den Rand des Substrates (1) herumgeführt ist und  
auf der ersten Oberfläche ein Verbindungspad bildet,  
über das der oder ein weiterer Anschluß des Bauele-  
ments (9) mit der zweiten Elektrode (6) leitend ver-  
35 bunden ist.



rungsleitungen können beispielsweise an die Verbindungspads (4, 7) angelötet werden.

5 Bei der erfindungsgemäßen Ausführung des piezokeramischen Schwingers wird die piezoelektrische Keramik in vorteilhafter Weise gleichzeitig als Platine eingesetzt. Durch die Verbindungspads, die durch die Elektroden selbst gebildet werden, läßt sich eine sehr einfache Verbindungstechnik mit einem geringen Aufwand an Verkabelung realisieren.

Ein derartiger Schwinger kann beispielsweise zur externen Messung des Füllstands von Gasflaschen eingesetzt werden.

15 Der temperaturabhängige Widerstand kann beispielsweise ein PTC oder ein NTC sein. Auch eine andere Art von Temperatursensor, der vorzugsweise in SMD-Bauweise ausgeführt sein sollte, ist möglich.

20 In Fig. 3 ist ein in ein Gehäuse (11) mit einer Ankoppelschicht (12) eingebauter erfindungsgemäßer Schwinger mit integriertem temperaturabhängigem Widerstand (beispielsweise SMD-NTC (9)) in Seitenansicht dargestellt. Ebenso sind die Verbindungskabel (10) zu erkennen.

25 Fig. 4 zeigt die beiden Schaltungsvarianten bei Integration des Bauelements. Bei Verwirklichung der Parallelschaltung wie in Fig. 4a gezeigt (und in Fig. 2 realisiert) ist darauf zu achten, daß der elektrische Widerstand des Bauelementes (hier temperaturabhängiger Widerstand) das hochfrequente Ultraschallnutzsignal zur Ansteuerung der Elektroden nur geringfügig bedämpft. Hierbei sollte beispielsweise ein hochohmiger NTC in Verbindung mit einer niederohmigen Keramik eingesetzt werden.

30 Beispielsweise kommt bei Verwirklichung eines 1,5 MHz-Schwingers, der eine Impedanz von ca. 50  $\Omega$  (vorzugsweise

35

Fig. 4                    ein Prinzipschaltbild der Verschaltung  
des Bauelementes mit dem durch die beiden  
Elektroden gebildeten Kondensator, als  
Parallelschaltung (a) oder Serienschaltung (b).

Fig. 1 zeigt ein Beispiel eines erfindungsgemäßen piezokeramischen Schwingers in Seiten-, Rück- und Vorderansicht, bevor dieser mit einem temperaturabhängigen Bauelement versehen wird. Bei der gezeigten Ausführungsform wird eine kreisrunde, scheibenförmige Piezokeramik als Substrat (1) eingesetzt. Auf der Rückseite der Keramik (siehe Fig.1(a)) ist eine ebenfalls (bis auf die Ausläufer (4,5)) kreisrunde Elektrode (2) aufgebracht, deren Durchmesser kleiner als der Durchmesser der piezoelektrischen Keramik ist.

Da die abstrahlende Fläche des Schwingers durch die Größe der Elektrode bestimmt ist, wird im vorliegenden Fall demnach eine Piezokeramik eingesetzt, deren Durchmesser größer ist als die für die vorgesehene Anwendung notwendige abstrahlende Fläche (Apertur) des Schwingers.

Aufgrund der unterschiedlichen Durchmesser der Piezokeramik und der rückwärtigen Elektrode steht auf der rückseitigen Oberfläche der Keramik eine elektrodenfreie Randfläche (3) zur Verfügung. Die rückwärtige Elektrode weist weiterhin zwei Ausläufer (4, 5) auf, die sich in die elektrodenfreie Randfläche hinein erstrecken. Diese Ausläufer bilden Verbindungspads für die spätere Kontaktierung der Elektrode mit einer Zuführungsleitung (Ausläufer 4) und mit dem Bauelement mit temperaturabhängigem Verhalten (Ausläufer 5).

In der Frontansicht (b) der Fig. 1 ist zu erkennen, daß sich im vorliegenden Beispiel die Frontelektrode (6) über

fache Weise eine Erfassung der Temperatur direkt an der akustischen Meßstelle ermöglicht.

5 Die Aufgabe wird mit den Merkmalen des piezoelektrischen Schwingers nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

10 Erfindungsgemäß besteht der piezoelektrische Schwinger aus einem piezoelektrischen Substrat, vorzugsweise einer Piezokeramik, das auf einer ersten Oberfläche eine erste Elektrode und auf einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden zweiten Oberfläche eine zweite Elektrode aufweist. Die erste Elektrode bedeckt die erste Oberfläche  
15 des Schwingers nicht vollständig, so daß eine elektrodeneinfreie Randfläche vorhanden ist. Dies kann bei einem scheibenförmigen Substrat dadurch realisiert werden, daß der Durchmesser der vorzugsweise kreisförmigen Elektrode kleiner als der Durchmesser der kreisförmigen Substratoberfläche gewählt wird. Dadurch ist der Durchmesser des  
20 verwendeten piezoelektrischen Substrates größer als die notwendige abstrahlende Fläche (Apertur) des piezoelektrischen Schwingers. Diese Apertur wird näherungsweise durch den Überlapp der beiden gegenüberliegenden Elektroden bestimmt.  
25

Auf der elektrodeneinfreien Randfläche ist ein Bauelement mit temperaturabhängigem Verhalten angebracht bzw. integriert. Ein Anschluß dieses Bauelementes ist mit zumindest einer der beiden Elektroden leitend verbunden.  
30

Durch diese Bauweise des piezoelektrischen Schwingers kann über das temperaturabhängige Bauelement die Temperatur direkt an der akustischen Meßstelle erfaßt werden.  
35 Aufgrund der Integration des Bauelementes auf die Oberfläche des piezoelektrischen Substrates wird eine unkomplizierte

## PIEZOELEKTRISCHER SCHWINGER MIT TEMPERATURABHÄNGIGEM BAUELEMENT

Die vorliegende Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Schwinger, wie er als Ultraschallwandler zum Einsatz kommen kann.

10

Die Effekte der Ultraschallausbreitung, insbesondere die Schallgeschwindigkeit und die Schalldämpfung sind temperaturabhängig. Weiterhin ist bei den sehr häufig in Ultraschallwandlern als Materialien zur elektromechanischen Energiekonversion eingesetzten Piezokeramiken eine deutliche Temperaturabhängigkeit der piezoelektrischen Konstanten vorhanden. Dadurch ergibt sich bei piezokeramischen Ultraschallwandlern oder Schwingern ein temperaturabhängiges akustisches Übertragungsverhalten.

20

Bei akustischen Durchflußmeßgeräten und Füllstandsdetektoren, die unter Verwendung von Ultraschallwandlern arbeiten, ist daher in der Regel vor oder während des Betriebes eine Temperaturmessung erforderlich.

25

Im Stand der Technik wird die Temperatur hierbei in vielen Fällen durch einen externen Temperatursensor realisiert. Allerdings muß in einem solchen Fall der externe Temperatursensor zur Erfassung der Temperatur direkt an der akustischen Meßstelle neben dem Ultraschallwandler an die Meßstelle geführt werden. Dies erfordert eine zusätzliche Verkabelung und verkompliziert die gesamte Anordnung.

30

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen piezoelektrischen Schwinger bereitzustellen, der auf ein-

35

zierte Temperaturerfassung gewährleistet. Durch Parallelschaltung oder Serienschaltung des Bauelementes zu dem durch die beiden Elektroden gebildeten Kondensator kann die Temperaturmessung direkt über die zweipolige Zuleitung für die Elektroden erfolgen. Eine zusätzliche Zuleitung für den Temperatursensor bzw. das temperaturabhängige Bauelement ist daher nicht erforderlich, so daß eine aufwendige Verkabelung vermieden wird.

10 Durch das Vorsehen von Verbindungspads, die durch die erste und/oder zweite Elektrode auf einer Oberfläche des piezoelektrischen Substrates gebildet werden, kann die Integration des temperaturabhängigen Bauelementes über eine einfache Verbindungstechnik realisiert werden  
15 (Ansprüche 3 und 4). Es ist keine zusätzliche Verdrahtung zwischen der oder den Elektroden und dem Bauelement erforderlich. Der erfindungsgemäße piezoelektrische Schwinger kann daher mit geringem Aufwand hergestellt werden.

20 Die vorliegende Erfindung soll im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Hierbei zeigen

Fig. 1 ein Beispiel für einen erfindungsgemäßen  
25 piezokeramischen Schwinger vor dem Anbringen des Bauelementes in Rückansicht (a), Vorderansicht (b) und Seitenansicht (c);

30 Fig. 2 die Rückansicht des Schwingers aus Fig. 1 mit integriertem Bauelement (hier: temperaturabhängiger Widerstand);

Fig. 3 den Schwinger aus Fig. 2 in einem Gehäuse;  
35 und

die gesamte vorderseitige Oberfläche der Piezokeramik erstreckt. Diese Frontelektrode weist in diesem Beispiel ebenfalls zwei Ausläufer (7, 8) auf, die um den Rand der scheibenförmigen Piezokeramik herumgeführt werden, um auf der Rückseite zwei Verbindungspads (7, 8) im elektrodene-freien Randbereich (3) zu bilden. Diese beiden Verbindungs-pads sind, wie bei der rückseitigen Elektrode (2), zur Kontaktierung der Frontelektrode mit einer Zufüh-rungsleitung (Ausläufer 7) und mit dem Bauelement (Ausläufer 8) vorgesehen.

Eine Schnittansicht durch die Linie A-A' in Teilbild (a) zeigt Teilbild (c). Dort sind die piezoelektrische Kera-mik (1), die rückwärtige Elektrode (2) und die Frontelektrode (6) mit dem um den Rand der Piezokeramik herum ge-führten Ausläufer (8) zur Bildung eines Verbindungspads auf der gegenüberliegenden Oberfläche zu erkennen. In der Abbildung (c) der Fig. 1 sind der Übersichtlichkeit hal-ber die Elektroden in einem Abstand zur Piezokeramik ein-gezeichnet. Tatsächlich stehen sie jedoch in Kontakt mit der Piezokeramik.

Als Materialien für das piezokeramische Material kommen übliche Materialien wie Bleizirkontitanat (PZT) in Frage. Als Elektrodenmaterialien werden vorzugsweise Silber, Gold oder Nickel eingesetzt. Typische Abmessungen der Piezokeramik sind eine Dicke von 1 bis 4 mm bei einem Durchmesser von ca. 10 - 30 mm.

Fig. 2 zeigt die Ausführungsform der Fig. 1 mit inte-griertem temperaturabhängigen Widerstand (9) und ange-brachten Zuführungsleitungen (10) zu den Elektroden. Die Verschaltung des temperaturabhängigen Widerstandes mit dem durch die beiden Elektroden gebildeten Kondensator entspricht im vorliegenden Beispiel einer Parallelschal-tung wie in Fig. 4(a) schematisch dargestellt. Die Zufüh-

das Minimum der Impedanz bei dieser Frequenz) aufweist, der Einsatz eines NTC mit einem Widerstand von mindestens 10 bis 20 k $\Omega$  in Betracht.

- 5 Bei Verwirklichung einer Serienschaltung wie in Fig. 4b gezeigt, sollte ein niederohmiger PTC in Serienschaltung mit einer hochohmigen Piezokeramik eingesetzt werden.

- 10 Durch die dargestellte Parallelschaltung bzw. Serienschaltung ist es möglich, die Temperaturinformation mit ihrem niederfrequenten Signalverhalten über die gleiche zweipolige Zuleitung (10) zu übertragen, die auch für die hochfrequente Ultraschallinformation verwendet wird. Das Vorsehen weiterer Zuleitungen ist daher nicht notwendig.
- 15 Gerade durch diese vereinfachte Anordnung kann der Aufbau beim Einsatz des Schwingers deutlich vereinfacht werden.

- 20 Die erfindungsgemäße Anordnung der Elektroden in Verbindung mit dem Vorsehen einer Piezokeramik, deren Durchmesser größer als die notwendige abstrahlende Fläche ist, bietet die Möglichkeit einer sehr einfachen Verbindungstechnik des Bauelementes mit den Elektroden über integrierte Verbindungspads.

- 25 Es versteht sich von selbst, daß die Form und die genauen Abmessungen der Piezokeramik und der Elektroden von den jeweiligen Anwendungsfällen abhängen und durch die Lehre der vorliegenden Erfindung in keinster Weise eingeschränkt sind. Ebenso können statt temperaturabhängiger
- 30 Widerstände andere integrierbare Bauelemente zur Erfassung der Temperatur eingesetzt werden.

5. Piezoelektrischer Schwinger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der durch die beiden Elektroden (2, 6) gebildete Kondensator in Reihe mit dem Bauelement (9) geschaltet ist, und das Bauelement im Vergleich zum Substrat einen niedrigen Widerstand aufweist.
6. Piezoelektrischer Schwinger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der durch die beiden Elektroden (2, 6) gebildete Kondensator parallel zum Bauelement (9) geschaltet ist, und das Bauelement im Vergleich zum Substrat einen hohen Widerstand aufweist.
7. Piezoelektrischer Schwinger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauelement (9) ein PTC-Widerstand ist.
8. Piezoelektrischer Schwinger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauelement (9) ein NTC-Widerstand ist.
9. Piezoelektrischer Schwinger nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauelement (9) in SMD-Bauweise ausgeführt ist.



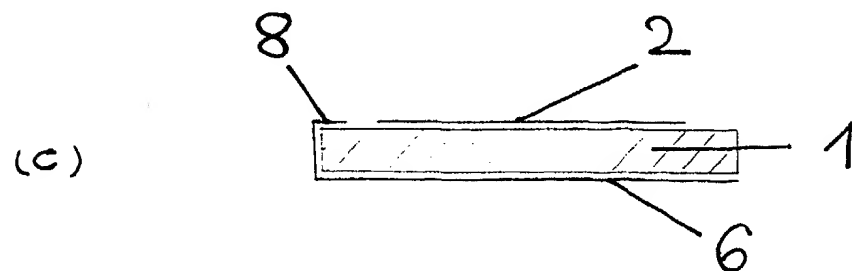
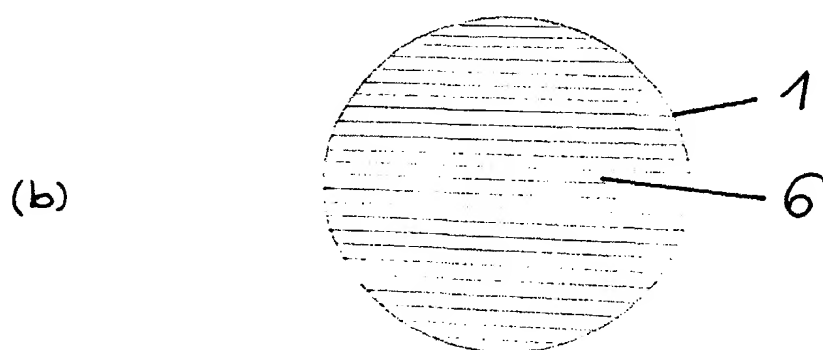
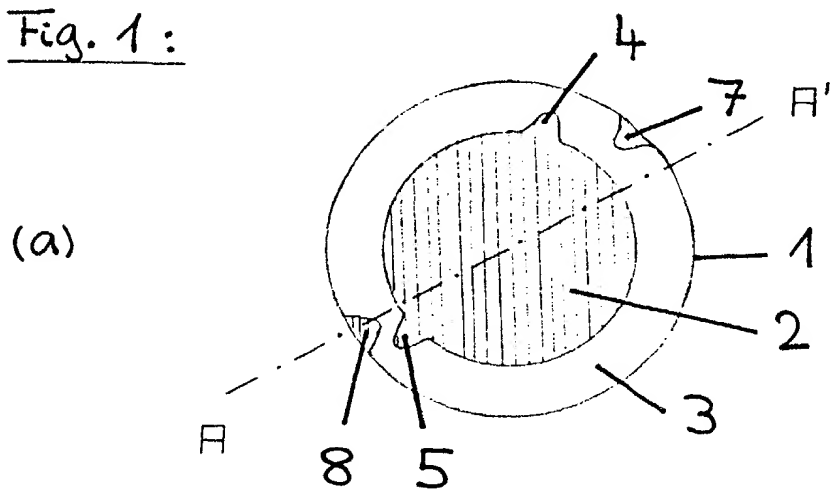
Fig. 1:

Fig. 2:

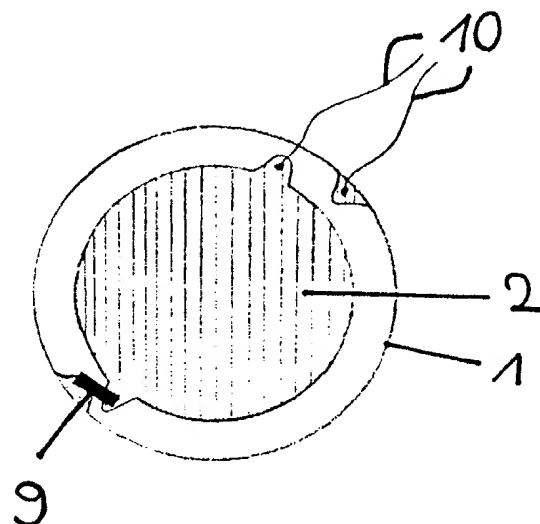


Fig. 3:

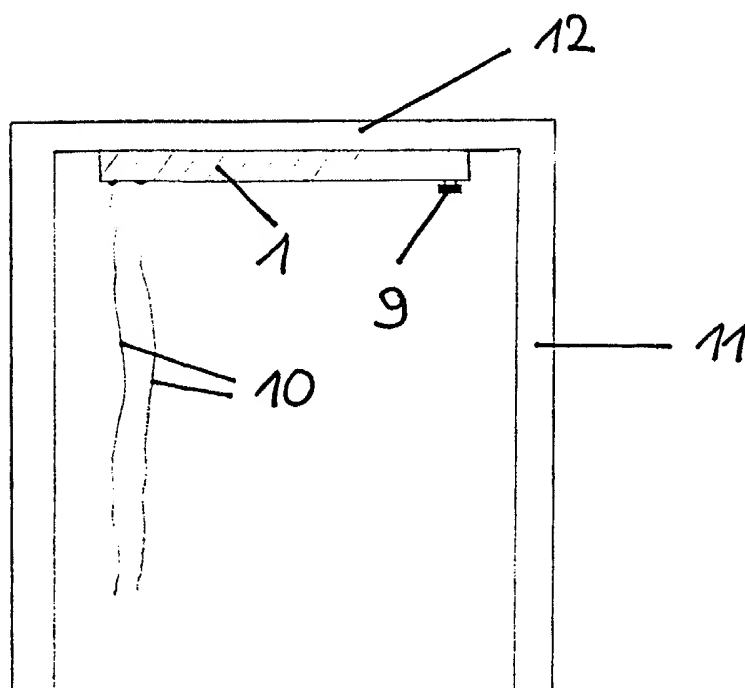
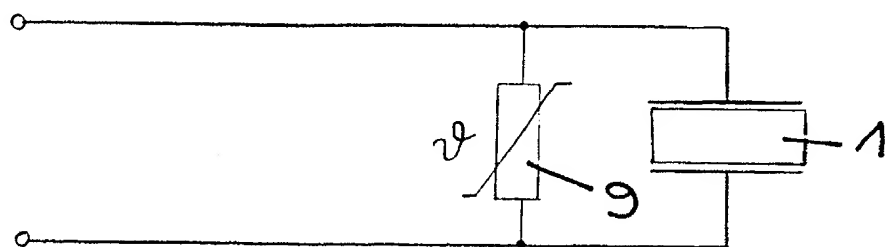
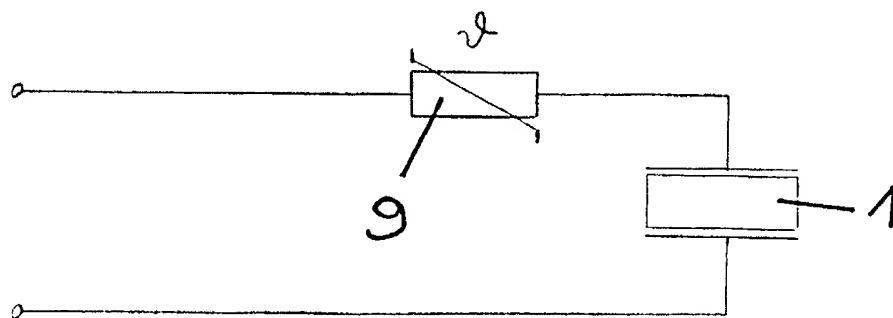


Fig. 4a:Fig. 4b:

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Application No

PCT/DE 98/03300

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 B06B1/06 G01K7/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 B06B G01K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|----------|--|-----------------------|
| A        | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 096, no. 006, 28 June 1996<br>& JP 08 035954 A (HITACHI CONSTR MACH CO LTD), 6 February 1996<br>see abstract | 1                     |
| A        | US 5 060 506 A (DOUGLAS DAVID W)<br>29 October 1991<br>see column 5, line 49 - line 53<br>see column 6, line 4 - line 17; figure 2             | 1                     |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

**Special categories of cited documents:**

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 April 1999

Date of mailing of the international search report

23/04/1999

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Anderson, A

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 B06B1/06 G01K7/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 B06B G01K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie <sup>a</sup> | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile  | Betr. Anspruch Nr. |
|------------------------|---|--------------------|
| A                      | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 096, no. 006, 28. Juni 1996<br>& JP 08 035954 A (HITACHI CONSTR MACH CO LTD), 6. Februar 1996<br>siehe Zusammenfassung<br>--- | 1                  |
| A                      | US 5 060 506 A (DOUGLAS DAVID W)<br>29. Oktober 1991<br>siehe Spalte 5, Zeile 49 - Zeile 53<br>siehe Spalte 6, Zeile 4 - Zeile 17;<br>Abbildung 2<br>-----      | 1                  |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

<sup>a</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. April 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

23/04/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Anderson, A

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

|   |  |   |
|---|--|---|
| Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts<br><b>E1/Gg/ri 9815</b>         | <b>WEITERES<br/>VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen<br>Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit<br>zutreffend, nachstehender Punkt 5 |   |
| Internationales Aktenzeichen<br><b>PCT/DE 98/ 03300</b>                 | Internationales Anmeldedatum<br>(Tag/Monat/Jahr)<br><b>03/11/1998</b>  | (Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)<br><b>18/12/1997</b> |
| Anmelder<br><b>FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER . . et al.</b> |  |   |

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der **Bezeichnung der Erfindung**

☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☒ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

**PIEZOELEKTRISCHER SCHWINGER MIT TEMPERATURABHÄNGIGEM BAUELEMENT**

5. Hinsichtlich der **Zusammenfassung**

☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☒ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 2

☐ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☒ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

☐ keine der Abb.

Feld III

WORTLAUT DER ZUSAMMENFASSUNG (Fortsetzung von Punkt 5 auf Blatt 1)

Die Zusammenfassung wird wie folgt geändert:

Zeile 6: nach "Piezokeramik" ist "(1)" einzufügen;  
Zeile 7: nach "Elektrode" ist "(2)" einzufügen;  
Zeile 8: nach "Elektrode" ist "(6)" einzufügen;  
Zeile 10: nach "vorhanden" ist "(3)" einzufügen;  
Zeile 11,12: nach "Bauelement" ist "(9)" einzufügen;  
Zeile 12/13: nach "Elek-troden" ist "(2,6)" einzufügen.

59/1581565  
Translation  
5640

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

RECEIVED  
FEB-8 2001  
TECHNOLOGY CENTER 2800

2154

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| Applicant's or agent's file reference<br>990506PCT  |   | <b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416) |  |
| International application No.<br>PCT/DE98/03300   | International filing date (day/month/year)<br>03 November 1998 (03.11.98) | Priority date (day/month/year)<br>18 December 1997 (18.12.97)   |  |
| International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC<br>B06B 1/06 |   |   |  |
| Applicant<br>FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.         |   |   |  |

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 4 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of \_\_\_\_\_ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability, citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

RECEIVED  
FEB-6 2001  
TECHNOLOGY CENTER 2800  
RECEIVED  
FEB 12 2001  
TECHNOLOGY CENTER 2800

|   |  |
|---|--|
| Date of submission of the demand<br>06 July 1999 (06.07.99) | Date of completion of this report<br>02 November 1999 (02.11.1999) |
| Name and mailing address of the IPEA/EP                     | Authorized officer   |
| Facsimile No.   | Telephone No.  |



# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE98/03300

## I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.):

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1-7, as originally filed,  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the claims, Nos. 1-9, as originally filed,  
 Nos. \_\_\_\_\_, as amended under Article 19,  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/3-3/3, as originally filed,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE 98/03300

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

|                               |        |     |     |
|-------------------------------|--------|-----|-----|
| Novelty (N)                   | Claims | 1-9 | YES |
|                               | Claims |     | NO  |
| Inventive step (IS)           | Claims | 1-9 | YES |
|                               | Claims |     | NO  |
| Industrial applicability (IA) | Claims | 1-9 | YES |
|                               | Claims |     | NO  |

### 2. Citations and explanations

**Claim 1:** None of the available documents discloses a piezoelectric transducer according to Claim 1. The claimed arrangement is novel and inventive since none of the cited documents deals with the direct measurement of temperature at the acoustic measuring point. None of the cited documents therefore makes any suggestion of how to solve this problem. Although JP-A-08 035 954 has a transducer with a similar structure, the known arrangement serves a different purpose, i.e. optimizing the performance of the transducer. This known technology therefore cannot be transferred in an obvious way to solve the stated problem.

The subject matter of Claim 1 therefore meets the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

**Claims 2-9:** These claims concern advantageous embodiments of Claim 1 and therefore also meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

**INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT**

International application No.

PCT/DE 98/03300

**VII. Certain defects in the international application**

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

The applicants should, if possible, cite a document reflecting the prior art described on page 1 of the description (PCT Rule 5.1(a)(ii)).

## INTERNET COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF THE RECORDING  
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and  
Administrative Instructions, Section 422)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

GAGEL, Roland  
Landsberger Strasse 480a  
D-81241 München  
ALLEMAGNE

|   |   |
|---|---|
| Date of mailing (day/month/year)<br>24 August 1999 (24.08.99) | <b>IMPORTANT NOTIFICATION</b>   |
| Applicant's or agent's file reference<br>EI/Gg/ri 9815        |   |
| International application No.<br>PCT/DE98/03300               | International filing date (day/month/year)<br>03 November 1998 (03.11.98) |

## 1. The following indications appeared on record concerning:

☐ the applicant      ☐ the inventor      ☒ the agent      ☐ the common representative

|   |                               |                    |
|---|-------------------------------|--------------------|
| Name and Address<br>HENKEL, FEILER & HÄNZEL<br>Möhlstrasse 37<br>D-81675 München<br>Germany | State of Nationality          | State of Residence |
|   | Telephone No.<br>089 98 20 85 |                    |
|   | Facsimile No.<br>089 98 14 26 |                    |
|   | Teleprinter No.               |                    |

## 2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:

☒ the person      ☒ the name      ☒ the address      ☐ the nationality      ☐ the residence

|   |                                  |                    |
|---|----------------------------------|--------------------|
| Name and Address<br>GAGEL, Roland<br>Landsberger Strasse 480a<br>D-81241 München<br>Germany | State of Nationality             | State of Residence |
|   | Telephone No.<br>089 820 4771 40 |                    |
|   | Facsimile No.<br>089 820 4771 41 |                    |
|   | Teleprinter No.                  |                    |

## 3. Further observations, if necessary:

## 4. A copy of this notification has been sent to:

|   |  |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office                              | <input type="checkbox"/> the designated Offices concerned          |
| <input type="checkbox"/> the International Searching Authority                        | <input checked="" type="checkbox"/> the elected Offices concerned  |
| <input checked="" type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority | <input checked="" type="checkbox"/> other: Henkel, Feiler & Hänzle |

|   |  |
|---|--|
| The International Bureau of WIPO<br>34, chemin des Colombettes<br>1211 Geneva 20, Switzerland | Authorized officer<br>Margret Fourné-Godbersen |
| Facsimile No.: (41-22) 740.14.35  | Telephone No.: (41-22) 338.83.38               |

# PATENT COOPERATION TREATY

PCT/DE98/03300

From the INTERNATIONAL BUREAU

**PCT**

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

To:

Assistant Commissioner for Patents  
United States Patent and Trademark  
Office  
Box PCT  
Washington, D.C.20231  
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

in its capacity as elected Office

**Date of mailing** (day/month/year)  
13 August 1999 (13.08.99)

**International application No.**  
PCT/DE98/03300

**Applicant's or agent's file reference**  
EI/Gg/ri 9815

**International filing date** (day/month/year)  
03 November 1998 (03.11.98)

**Priority date** (day/month/year)  
18 December 1997 (18.12.97)

**Applicant**  
HAHN, Thomas et al

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:  
06 July 1999 (06.07.99)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was  
☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Antonia Muller

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

47

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

**PCT**

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT**

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

REC'D 04 NOV 1999

WIPO PCT

|  |  |   |
|--|--|---|
| Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts<br><b>990506PCT</b>  | WEITERES VORGEHEN<br>siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA.416) |   |
| Internationales Aktenzeichen<br><b>PCT/DE 98/ 03300</b>  | Internationales Anmeldedatum<br>(Tag; Monat; Jahr)<br><b>03/11/1998</b>  | Prioritätsdatum (Tag; Monat; Jahr)<br><b>18/12/1997</b> |
| Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK<br><b>B06B1/06</b> |  |   |
| Anmelder<br><b>FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER . . et al.</b>                            |  |   |

1. Der internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.


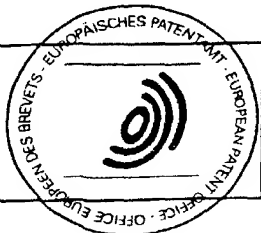
2. Dieser **BERICHT** umfaßt insgesamt 4 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☐ Außerdem liegen dem Bericht **ANLAGEN** bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsvorschriften zum PCT)

Diese Anlagen umfassen insgesamt \_\_\_\_\_ Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben und die entsprechenden Seiten zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

|  |  |
|--|--|
| Datum der Einreichung des Antrags<br><b>06/07/1999</b>   | Datum der Fertigstellung dieses Berichts<br><b>02.11.99</b>  |
| Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde<br> Europäisches Patentamt<br>D-80298 München<br>Tel. (+ 49-89) 2399-0, Tx: 523656 epmu d<br>Fax: (+ 49-89) 2399-4465 | Bevollmächtigter Bediensteter<br> |

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE98/03300

## I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

### Beschreibung, Seiten:

1-7 ursprüngliche Fassung

### Patentansprüche, Nr.:

1-9 ursprüngliche Fassung

### Zeichnungen, Blätter:

1/3-3/3 ursprüngliche Fassung

2. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,      Seiten:
- ☐ Ansprüche,      Nr.:
- ☐ Zeichnungen,      Blatt:

3. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)):

4. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

### 1. Feststellung

|                                |                 |     |
|--------------------------------|-----------------|-----|
| Neuheit (N)                    | Ja: Ansprüche   | 1-9 |
|                                | Nein: Ansprüche |     |
| Erfinderische Tätigkeit (ET)   | Ja: Ansprüche   | 1-9 |
|                                | Nein: Ansprüche |     |
| Gewerbliche Anwendbarkeit (GA) | Ja: Ansprüche   | 1-9 |
|                                | Nein: Ansprüche |     |

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER  
PRÜFUNGSBERICHT**

Internationales Aktenzeichen PCT/DE98/03300

2. Unterlagen und Erklärungen

**siehe Beiblatt**

**VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung**

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:

**siehe Beiblatt**



**Zu Punkt V**

**Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

**Anspruch 1** : Keines der vorhandenen Dokumente offenbart ein piezoelektrischer Schwinger gemäß Anspruch 1. Die beanspruchte Anordnung ist neu und erfinderisch, denn kein der zitierten Dokumenten ist mit der direkten Erfassung der Temperatur an der akustischen Meßstelle beschäftigt. Kein der zitierten Dokumenten bietet deshalb irgendeinen Hinweis, um dieses Problem zu lösen. Obwohl JP-A- 08 035 954 einen Schwinger mit ähnlicher Struktur aufweist, dient die bekannte Anordnung einen anderen Zweck, d.h die Leistung des Schwingers zu optimieren. Diese bekannte Technik könnte deshalb nicht in naheliegender Weise übertragen werden, um die gestellte Aufgabe zu lösen.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 erfüllt daher die Erfordernisse des Art. 33 (2), (3) PCT.

**Ansprüche 2-10** : Diese Ansprüche betreffen vorteilhafte Ausgestaltungen des Anspruchs 1 und erfüllen daher auch die Erfordernisse des Art. 33 (2), (3) PCT.

**Zu Punkt VII**

**Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung**

Der Anmelder soll, wenn möglich, für den auf Seite 1 der Beschreibung dargestellten Stand der Technik eine Fundstelle angeben (Regel 5.1 (a) (ii) PCT).